

Estructura de las comunidades de peces asociados a los manglares del Grupo Insular Sabana-Camagüey, Cuba.

Fish community structure on mangroves from the Insular Group Sabana-Camagüey, Cuba.

Rodolfo Claro y Juan P. García-Arteaga

Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba. 1ª, n° 18406, Municipio Playa, Ciudad de la Habana, Cuba.

Resumen

Se presentan los resultados del estudio de la estructura de las asociaciones de peces que habitan en los manglares de los cayos del Grupo Insular Sabana-Camagüey. Como consecuencia del represamiento de las aguas terrestres y la construcción de viaductos a través de las macrolagunas para unir la isla con los cayos, se están produciendo cambios del régimen hidrológico que pueden afectar sustancialmente la bioproduktividad del ecosistema. En 63 censos visuales mediante buceo autónomo se encontró 87 especies de peces, entre los que predominaron por su densidad los de la familia Clupeidae (fundamentalmente *Jenkinsia lamprotaenia* -71%) y por su biomasa, Lutjanidae (46,1%) y Haemulidae (40,1%). Los valores más altos de diversidad, riqueza, densidad y biomasa de peces están relacionados con condiciones favorables de intercambio de agua entre las macrolagunas y el océano abierto. La densidad y biomasa de peces en los manglares muertos o afectados por la hipersalinización de las macrolagunas resultó 3-6 veces inferior a la existente en los manglares no afectados. Los efectos antrópicos en las macrolagunas han afectado en primera instancia la biomasa, en segundo la densidad y por último y con menor intensidad, la riqueza y diversidad. Esta secuencia se debe a que las condiciones adversas en las macrolagunas actúan primero sobre las poblaciones de invertebrados que sirven de alimento a los peces, aumentando la mortalidad de estos y disminuyendo el tamaño de sus poblaciones. La diversidad y riqueza resultaron menos afectadas gracias a la capacidad de movimiento y a la tolerancia de los peces a los límites actuales de salinidad.

Abstract

Fish community structure and composition from mangroves of the Insular Group Sabana-Camagüey were studied. As a consequence of damming terrestrial runoff and the construction of bermed roads through the macrolagoons in order to interconnect the main island with the keys, changes on the hydrological regime are taking place which may provoke a depletion of macrolagoon's bioproduktivty. In 63 diving visual censuses there were observed 87 fish species. The Clupeidae (mainly *Jenkinsia lamprotaenia* -71%) were dominant in density, but Lutjanidae (46%) and Haemulidae (40,1%) by its biomass. Higher values of fish diversity, richness, density and biomass were related with favourable conditions for water exchange between the macrolagoons and open sea. Fish density and biomass in dead mangroves or at sites affected by hypersalinisation, have resulted in 3-6 times lower than observed in healthy mangroves. Antropic effects on the macrolagoons have been reflected in first instance on fish biomass, in second order on density and finally and in lesser extend on richness and diversity. This secueny is due to the fact that adverse conditions on the macrolagoons primarily provoke a diminution of invertebrate populations which serve as food for fishes, increasing its mortality and diminishing the stocks. Diversity and richness were less affected thank to fish capacity for migration and their tolerance (at least temporally) to actual salinity limits.

Palabras claves: Peces; estructura de comunidades; manglares; Cuba.

Key words: Fishes; community structure; mangroves; Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los manglares estuarinos son considerados como importantes zonas de cría de muchos peces e invertebrados marinos (HEALD Y ODUM, 1969; RUTZLER, 1969; AUSTIN, 1971; AUSTIN Y AUSTIN, 1971), razón de por sí suficiente para establecer medidas para su protección. Pero además en dicho biotopo se ha reportado una alta densidad y biomasa de peces adultos (VALDÉS-MUÑOZ, 1981; VALDÉS-MUÑOZ, CLARO, GARCÍA-ARTEAGA Y SIERRA-SIERRA, 1990) muchos de los cuales forman parte de las pesquerías multiespecíficas que se realizan en el complejo de praderas marinas y arrecifes de la plataforma cubana y otras regiones de la zona tropical.

Tanto los manglares, como la ictiofauna asociada al mismo, están sujetas a la nociva actividad antrópica derivada de la explotación de la zona costera, además de ser, por sus condiciones estuarinas, un ambiente inestable, no pronosticable.

En la cayería norte de Cuba (Grupo Insular Sabana-Camagüey) se ha iniciado un vasto plan de construcción de instalaciones para el turismo, que incluye la construcción de viaductos que unen la isla principal con dichos cayos y estos entre sí, lo cual pudiera provocar serias alteraciones del régimen hidrológico, con graves consecuencias para el ecosistema marino especialmente los manglares y organismos asociados a estos.

El objetivo principal de este trabajo fue describir la composición, estructura y algunos aspectos de la ecología de las comunidades de peces asociadas a los manglares de la región mencionada, como elemento básico de manejo ambiental, en la planificación física del territorio, y para evaluar los probables cambios provocados por el manejo del ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 1986 y 1989 se realizaron 6 cruceros de investigación a la zona NE de la plataforma cubana (Grupo Insular Jardines del Rey o Sabana-Camagüey), desde Punta Hicacos hasta cayo Sabinal, durante los cuales se realizaron 63 censos visuales con buceo autónomo en los manglares de los cayos (Fig. 1). En cada estación, se censaron los peces observados en 2 a 4 tramos de 100 m a lo largo de la costa del manglar. Para ello, se colocó previamente una cuerda de igual longitud paralela a la pared formada por las raíces del manglar. Con este método solo pueden ser censados los manglares donde la profundidad permite la flotación del buzo (más de 30 cm). Extensas líneas de manglares de los cayos en esta zona poseen menos de esa profundidad, no obstante, se pudo observar que la cantidad de peces en estos es mínima. Todos los peces observados desde la pared hasta 2 m de ésta fueron registrados. En una tablilla, se anotaba la especie, número de individuos y talla estimada de cada uno. Con esos valores se calculó posteriormente el peso total de los individuos de cada especie en el muestreo, empleando para ello las relaciones largo-peso, previamente calculados (BOHNSACK Y HARPER, 1988; CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, en prensa). En los pocos casos en que no se contó con ecuaciones de este tipo para la especie, se empleó la de aquella del mismo género cuya forma corporal fuese más semejante.

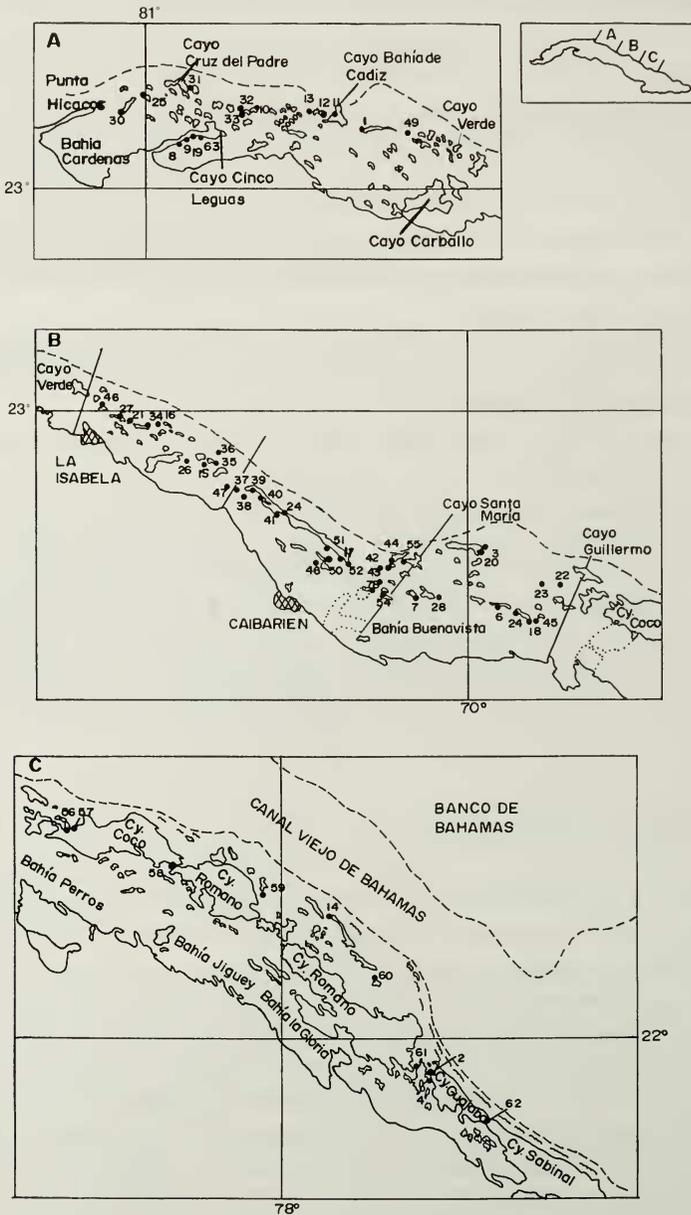


Fig. 1. Ubicación de las estaciones muestreadas en los manglares de tres subzonas del Grupo Insular Sabana- Camagüey: Punta Hicacos- cayo Verde (A), Boca de Sagua la Grande- cayo Guillermo (B) y cayo Coco- cayo Sabinal (C).

Fig. 1. Position of censused stations on mangroves in three subzones of Insular Group Sabana- Camagüey: Punta Hicacos- cayo Verde (A); Boca de Sagua la Grande- cayo Guillermo (B) y cayo Coco- cayo Sabinal (C).

En cada estación se calculó: densidad y biomasa total, por especie y familia, así como los índices de diversidad -H' (Shannon y Weaver, 1949), de riqueza -R' (Margalef, 1951), y de equitatividad -J' (Pielou, 1966). Para establecer el grado de similitud entre estaciones y entre biótopos y sub-zonas, se empleó el coeficiente de comunidad de GOODALL (1973):

$$CG = nc / (nj + nk - nc)$$

donde: nc es el número de especies comunes a dos muestreos; nj y nk indican el número de especies en los muestreos j y k. Para evaluar la riqueza de especies se empleó además las curvas de rarefacción (SANDERS, 1960). La estructura de la ictiofauna se analizó mediante el método de frecuencia-abundancia descrito por MASON Y BRIANT (1974) para combinar, en un solo indicador la abundancia en número o peso de cada especie, con su frecuencia de aparición en los muestreos. Para ello se establecieron arbitrariamente tres niveles de frecuencia: A, especies que aparecen en más de 67% de los muestreos; B, entre 33 y 67%; C, en menos de 33%. El porcentaje en número o en peso se subdividió a su vez en cuatro niveles de abundancia y peso: 1, densidad o biomasa mayores de 10%; 2, entre 1 y 10%; 3, entre 0,1 y 1% y 4, menores de 0,1%.

Se calculó además el índice de jerarquía -IJ (ranking index) para cada especie, multiplicando el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia por el porcentaje de individuos y jerarquizando después los valores obtenidos.

De acuerdo con las peculiaridades de su hábitat los peces se clasificaron de la siguiente forma:

a) residentes - especies que utilizan el manglar como hábitat principal. Sus mecanismos defensivos se encuentran relacionados con el relieve (refugios). Algunas especies pueden realizar migraciones nocturnas de alimentación pero regresan siempre al biótopo.

b) territoriales - especies residentes que defienden o limitan su actividad a un territorio fijo en el manglar.

c) transeúntes - especies que utilizan más de un biótopo a la vez o que transitan de uno a otro en su actividad de forrajeo, o que utilizan el manglar como hábitat secundario.

d) visitantes - especies que no son residentes del manglar y recorren diferentes biótopos en su actividad de forrajeo. Generalmente son peces pelágicos que no emplean el refugio como elemento defensivo.

Considerando la gran extensión de la zona (10 118 km²), y la existencia en ellas de diferentes condiciones ambientales, se dividió la misma en tres sub-zonas, de acuerdo con sus peculiaridades geográficas y ecológicas, las cuales describimos brevemente a continuación:

Subzona 1 - Península de Hicacos-cayo Verde. Comprende las Bahías de Cárdenas y Santa Clara, bordeadas exteriormente por un rosario de cayos que las separan del mar abierto (Fig. 1A). Salvo la entrada a la Bahía de Cárdenas, el intercambio con este se limita a los pasos y canales entre los cayos. Debido a que en muchos lugares la región es poco profunda, con bajos que afloran a la superficie durante la bajamar, son muchos los manglares a cuyas orillas no es posible llegar buceando, o la profundidad es inferior a 0,3 m, lo cual imposibilita la realización de muestreos en

Estructura de las comunidades de peces

Estación	Area m ²	No. spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
En manglares vivos							
1	400	12	1,01	0,91	0,28	11,1475	45,40
9	500	20	1,92	1,45	0,44	17,4760	509,66
10	700	22	2,32	1,57	0,52	15,4746	200,96
11	660	27	1,53	2,36	0,32	3,1029	22,64
25	900	34	1,83	2,23	0,36	31,3076	340,95
30	600	24	0,69	1,92	0,15	61,4582	168,98
31	800	18	0,58	1,26	0,14	14,1600	142,78
32	760	33	2,47	2,58	0,49	7,2126	113,98
49	800	23	0,02	1,27	0,01	199,8211	144,12
Medias		24				40,1997	187,72
± DE		7				62,3735	151,86
Medias transformadas por log						19,2754	134,31
± DE						3,1432	2,45
Medias ponderadas		54				48,9397	195,95
Medias ponderadas sin cardúmenes ⁵²					2,4552	168,01	
En manglares afectados							
8	800	12	1,24	0,83	0,34	11,6587	256,12
12	450	13	1,48	1,05	0,40	6,3578	12,41
13	600	24	1,71	1,86	0,37	8,9833	47,11
19	400	13	2,14	1,27	0,58	1,7475	96,69
33	340	26	0,53	1,62	0,11	53,7381	141,53
63	200	7	1,66	0,90	0,59	0,5100	17,43
Medias		16				13,833	95,21
± DE		7				20,0010	93,21
Medias transformadas por log					5,6313	57,38	
± DE						4,3547	2,97
Medias ponderadas		32				13,7301	62,40
Medias ponderadas sin cardúmenes		30				0,8786	61,91
En toda la subzona							
Medias		21				30,7325	149,34
± DE		8				48,9320	131,41
Medias transformadas por log						11,7827	95,59
± DE						4,1368	2,90
Medias ponderadas		59				34,1695	166,33
Medias ponderadas sin cardúmenes		54				1,9406	148,41

Tabla 1. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecológicos de las asociaciones de peces en los manglares de la subzona Punta Hicacos- cayo Verde.

Table 1. Values of density, biomass and some ecological indexes of fish assemblages on mangroves from Punta Hicacos- cayo Verde subzone.

ellos. Por ello, muchos de los censos se realizaron en canales y pasas, donde la profundidad es mayor.

La circulación en la zona está muy limitada por la compleja topografía que determina la multitud de cayos en su interior y que la bordean exteriormente. Los pocos ríos que

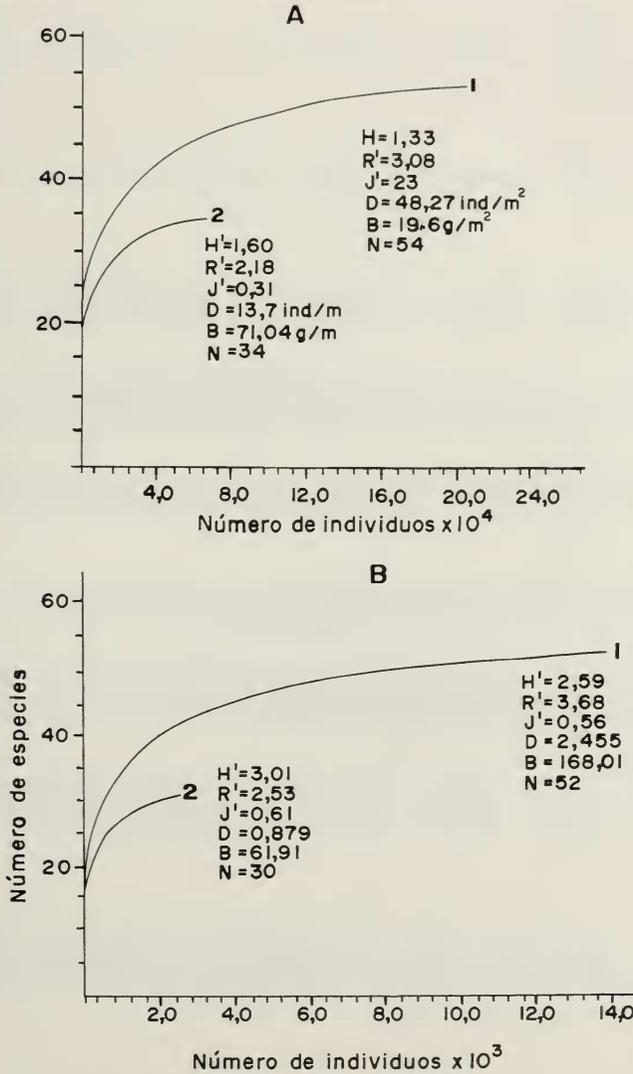


Fig. 2. Curvas de rarefacción y otros indicadores de la estructura de las comunidades de peces en los manglares afectados o muertos (1) y en los manglares vivos (2), de la subzona Punta Hicacos-cayo Verde. Arriba, considerando todas las especies censadas; Abajo, eliminando las especies que forman cardumen. Abreviaturas: H' : índice de diversidad; R' : índice de riqueza; J' : índice de equitatividad; D : densidad de peces; B : biomasa de peces.

Fig. 2. Rarefaction curves and other indicators of fish community structure on dead (1) and non affected (2) mangroves of Punta Hicacos-cayo Verde subzone. Upper figure, including all censused species; down, without schooling species. H' : diversity index; R' : richness index; J' : evenness index; D : fish density; B : fish biomass.

Tabla 2. Composición por especies y densidad acumulativa de peces en los manglares de las tres subzonas, y densidad, biomasa, y categorías frecuencia/abundancia-biomasa (F/a-b) e índice de jerarquía (IJ) de todos las estaciones realizados en el Grupo Insular Sabana-Camagüey.
Table 2. Fish species composition and cumulative densities on mangroves from three subzones, and density, biomass, frequency/abundance-biomass categories and Ranking Indexe (IJ) for all stations from the Insular Group Sabana-Camagüey.

FAMILIAS Especies	Subzonas			Toda la zona			Categoría F/a-b	IJ	Relación con el biotopo	
	1 Densidad ind/m ²	2 Densidad ind/m ²	3 Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	Densidad %	Biomasa g/m ²				Biomasa %
ORECTOLOBIDAE	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	1,08	0,64	C/4-3	43	T
<i>Gingymostoma cirratum</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	1,08	0,64			
DASYATIDAE	0,0007	0,0003	0,0003	0,0004	<0,01	0,33	0,20			
<i>Dasyatis americana</i>	0,0001	-	0,0002	0,0001	<0,01	0,22	0,13	C/4-3	43	T
<i>Urolophus jamaicensis</i>	0,0006	-	0,0002	0,0003	<0,01	0,12	0,07	C/4-4	43	T
MURAENIDAE	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	0,02	0,01			
<i>Echidna catenata</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	0,02	0,01	C/4-4	43	T
CLUPEIDAE	29,6824	3,5779	9,0877	16,5124	82,98	10,80	6,40			
<i>Harengula clupeiola</i>	0,5398	1,1558	0,0431	0,8386	4,21	1,82	1,08	B/2-2	4	R
<i>Harengula humeralis</i>	0,3176	2,3515	-	1,5153	7,61	3,92	2,32	C/2-2	3	R
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	28,8249	10,0657	9,0447	14,1553	71,14	5,06	3,00	A/1-2	1	R
ENGRAULIDAE	-	1,0006	-	0,6142	3,09	0,74	0,44			
<i>Anchoa lyolepis</i>	-	1,0006	-	0,6142	3,09	0,74	0,44			
OGCOCEPHALIDAE	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	C/2-3	10	R
<i>Ogcocephalus nasutus</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01			
BELONIDAE	0,0149	0,0124	0,0049	0,0118	0,06	0,11	0,07			
<i>Strongylura notata</i>	0,0119	0,0080	0,0027	0,0080	0,04	0,06	0,04	B/4-4	25	T
<i>Tylosurus raphidoma</i>	0,0030	0,0043	0,0022	0,0037	0,02	0,05	0,03	B/4-4	31	T
ATHERINIDAE	2,5466	1,2765	0,4003	1,4246	7,16	1,29	0,76			
<i>Atherinomorus stipes</i>	2,5466	0,4640	0,4003	0,9260	4,65	1,14	0,68	B/2-3	5	R
SERRANIDAE	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	<0,01	0,08	0,05			
<i>Epinephelus striatus</i>	-	0,0001	-	0,0001	<0,01	0,06	0,04	C/4-4	43	V
<i>Mycteroperca bonaci</i>	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	<0,01	0,03	0,02	C/4-4	43	V
CARANGIDAE	0,0204	0,0024	0,0026	0,0065	0,03	0,58	0,34			
<i>Caranx bartholomaei</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	C/4-4	43	V
<i>Caranx latus</i>	0,0143	0,0010	0,0021	0,0023	0,01	0,29	0,17	C/4-3	38	V
<i>Caranx ruber</i>	0,0143	0,0014	0,0005	0,0041	0,02	0,28	0,17	C/4-3	34	V
LUTJANIDAE	0,3469	0,4293	0,6222	0,4414	2,22	77,77	46,06			
<i>Lutjanus analis</i>	0,0037	0,0041	0,0069	0,0045	0,02	5,86	3,47	B/4-2	26	V
<i>Lutjanus apodus</i>	0,1559	0,2292	0,3523	0,2322	1,17	21,88	12,96	A/2-1	6	R

Tabla 2. Continuación
Table 2. Continuation

FAMILIAS Especies	Sub-zonas			Toda la zona			Categoría F/a-b	U	Relación con el biotopo
	1 Densidad ind/m ²	2 Densidad ind/m ²	3 Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	%	Biomasa g/m ²			
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	0.0022	0.0028	0.0053	0.0031	0.02	6.54	3.87	28	R
<i>Lutjanus griseus</i>	0.1667	0.1472	0.2311	0.1650	0.83	36.90	21.86	8	R
<i>Lutjanus jocu</i>	0.0125	0.0248	0.0262	0.0222	0.11	3.25	1.93	13	R
<i>Lutjanus mahogoni</i>	0.0003	<0.0001	-	0.0001	0.00	0.02	0.01	43	T
<i>Lutjanus synagris</i>	0.0056	0.0002	-	0.0014	0.01	0.10	0.06	42	T
<i>Ocyurus chrysurus</i>	-	0.0005	0.0005	0.0004	0.00	0.08	0.05	43	T
GERREIDAE	0.1593	0.3968	0.0560	0.2886	1.45	3.10	1.84	43	T
<i>Diapterus plumieri</i>	0.0016	<0.0001	-	0.0004	0.00	0.01	0.01	43	T
<i>Eucinostomus lavana</i>	0.1211	0.3029	0.0356	0.2191	1.10	0.57	0.34	7	T
<i>Egerres brasilianus</i>	-	0.0009	-	0.0006	<0.01	<0.01	<0.01	43	T
<i>Gerris chereus</i>	0.0366	0.0902	0.0204	0.0669	0.34	2.48	1.47	11	R
HAEMULIDAE	1.2593	0.9122	1.0093	1.0064	5.06	67.66	40.08	30	R
<i>Anisotremus virginicus</i>	0.0011	0.0055	0.0014	0.0038	0.02	0.15	0.09	42	V
<i>Haemulon album</i>	0.0092	-	0.0002	0.0021	0.01	0.39	0.23	15	T
<i>Haemulon aurolineatum</i>	0.0442	0.0570	0.0360	0.0508	0.26	1.15	0.68	27	T
<i>Haemulon carbonarium</i>	-	0.0313	0.0003	0.0193	0.10	0.58	0.34	43	T
<i>Haemulon chrysargyreum</i>	0.0001	-	-	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	9	R
<i>Haemulon flavolineatum</i>	0.1336	0.1952	0.2108	0.1837	0.92	3.09	1.83	17	T
<i>Haemulon parrai</i>	0.0044	0.0376	0.0040	0.0247	0.12	1.22	0.72	16	R
<i>Haemulon plumieri</i>	0.0157	0.0099	0.0785	0.0222	0.11	1.25	0.74	36	R
<i>Haemulon sciurus</i>	1.0510	0.4824	0.6780	0.6425	3.23	54.95	32.55	2	R
<i>Haemulon</i> spp.	-	0.0151	-	0.0093	0.05	0.34	0.20	36	R
SPARIDAE	0.0022	0.0218	0.0002	0.0139	0.07	0.08	0.40	20	R
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	0.0020	0.0217	0.0002	0.0138	0.07	0.67	0.40	43	T
<i>Calamus calamus</i>	-	<0.0001	-	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	43	T
<i>Lagodon rhomboides</i>	-	0.0001	-	0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	43	T
<i>Calamus</i> sp.	0.0002	-	-	0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	40	T
MULLIDAE	0.0001	0.0024	0.0005	0.0016	0.01	0.09	0.05	43	T
<i>Mullidichthys martinicus</i>	0.0001	0.0023	0.0005	0.0015	0.01	0.09	0.05	43	T
<i>Pseudopeneus maculatus</i>	-	0.0001	-	0.0001	<0.01	0.01	0.01	43	T
KYPHOSIDAE	0.0001	0.0011	-	0.0007	<0.01	0.09	0.05	43	T
<i>Kyphosus sectatrix</i>	0.0001	0.0009	-	0.0006	<0.01	0.03	0.02	39	R
EPHIPPIDAE	0.0009	0.0011	0.0013	0.0011	0.01	1.65	0.98	39	R
<i>Chaetodipterus faber</i>	0.0009	0.0011	0.0013	0.0011	0.01	1.65	0.98	39	R

Tabla 2. Continuación
Table 2. Continuation

FAMILIAS Especies	Sub-zonas			Toda la zona			Categoría F/a-b	U	Relación con el biotopo
	1 Densidad ind/m ²	2 Densidad ind/m ²	3 Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	%			
CHAETODONTIDAE									
<i>Chaetodon aculeatus</i>	0,0062	0,0068	0,0054	0,0064	0,03	0,06	0,04	43	R
<i>Chaetodon capistratus</i>	0,0002	-	-	0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	23	R
<i>Chaetodon capistratus</i>	0,0054	0,0050	0,0054	0,0052	0,03	0,05	0,03	43	R
<i>Chaetodon ocellatus</i>	0,0006	0,0004	-	0,0004	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
<i>Chaetodon striatus</i>	-	0,0002	-	0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
POMACANTHIDAE									
<i>Chaetodon striatus</i>	0,0004	0,0008	0,0024	0,0010	0,01	0,31	0,18	43	R
<i>Holacanthus ciliaris</i>	0,0001	-	0,0008	0,0002	<0,01	0,01	0,01	43	R
<i>Holacanthus isabellita</i>	0,0001	-	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	0,0002	0,0004	0,0006	0,0004	<0,01	0,15	0,09	43	R
<i>Pomacanthus paru</i>	-	0,0003	0,0010	0,0003	<0,01	0,15	0,09	43	R
POMACENTRIDAE									
<i>Pomacanthus paru</i>	0,0512	0,0514	0,0445	0,0503	0,25	1,98	1,17	12	R
<i>Abudefduf saxatilis</i>	0,0347	0,0308	0,0362	0,0326	0,16	1,55	0,92	41	R
<i>Abudefduf taurus</i>	-	0,0063	-	0,0039	0,02	0,32	0,19	43	R
<i>Microspatodon chrysurus</i>	0,0001	0,0001	-	0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	36	R
<i>Siegastes dorsopinnatus</i>	0,0034	0,0016	0,0018	0,0020	0,01	0,03	0,02	43	R
<i>Siegastes leucostictus</i>	0,0104	0,0045	0,0053	0,0060	0,03	0,03	0,02	43	R
<i>Siegastes partitus</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
<i>Siegastes variabilis</i>	0,0026	0,0037	0,0013	0,0031	0,02	0,02	0,01	33	R
LABRIDAE									
<i>Bodianus rufus</i>	0,0017	0,0395	0,0032	0,0251	0,13	0,09	0,05	43	R
<i>Halichoeres bivittatus</i>	-	0,0001	-	0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
<i>Halichoeres maculipinna</i>	0,0003	0,0002	0,0021	0,0005	<0,01	0,01	0,01	43	R
<i>Halichoeres radiatus</i>	0,0004	0,0002	-	0,0002	<0,01	<0,01	<0,01	43	R
<i>Lachnolaimus maximus</i>	-	0,0004	0,0006	0,0004	<0,01	0,01	0,01	43	R
<i>Lachnolaimus maximus</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	32	T
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0,0009	0,0086	0,0005	0,0055	0,03	0,02	0,01	43	T
SCARIDAE									
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0,0109	0,0234	0,0308	0,0217	0,11	1,69	1,00	43	T
<i>Scarus coelestinus</i>	0,0002	0,0006	0,0002	0,0004	<0,01	0,27	0,16	43	T
<i>Scarus coeruleus</i>	-	<0,0001	-	<0,0001	<0,01	0,02	0,01	43	T
<i>Scarus croicensis</i>	0,0061	0,0096	0,0118	0,0092	0,05	0,06	0,04	22	R
<i>Scarusguia camaia</i>	0,0003	0,0017	0,0008	0,0012	0,01	0,79	0,47	37	T
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	-	0,0007	-	0,0005	<0,01	0,07	0,04	43	T
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>	0,0030	0,0029	0,0159	0,0050	0,03	0,22	0,13	29	R
<i>Sparisoma radians</i>	0,0002	-	-	0,0001	<0,01	<0,01	<0,01	43	T

Tabla 2. Continuación
Table 2. Continuation

FAMILIAS Especies	Sub-zonas		3		Toda la zona		Categoría F/a-b	IU	Relación con el biotopo
	1 Densidad ind/m ²	2 Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	%			
<i>Sparisoma rubripinne</i>	-	0.0002	0.0014	0.0004	<0.01	0.05	0.03	43	T
<i>Sparisoma viride</i>	0.0011	0.0017	0.0006	0.0014	0.01	0.11	0.07	35	R
SPHYRAENIDAE	0.0080	0.0092	0.0073	0.0087	0.04	4.25	2.52		
<i>Sphyraena barracuda</i>	0.0080	0.0079	0.0073	0.0078	0.04	4.06	2.40	18	T
GOBIIDAE	-	-	0.0032	0.0005	<0.01	<0.01	<0.01		
<i>Gnatholepis thompsoni</i>	-	-	0.0032	0.0005	<0.01	<0.01	<0.01	43	R
ACANTHURIDAE	0.0165	0.0531	0.0292	0.0410	0.21	2.04	1.21		
<i>Acanthurus bahianus</i>	0.0011	0.0085	0.0029	0.0060	0.03	0.29	0.17	25	R
<i>Acanthurus coeruleus</i>	0.0020	0.0137	0.0123	0.0108	0.05	0.74	0.44	19	R
<i>Acanthurus chirurgus</i>	0.0134	0.0234	0.0140	0.0196	0.10	0.98	0.58	14	R
BALISTIDAE	-	<0.0001	-	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01		
<i>Balistes vetula</i>	-	<0.0001	-	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	43	T
OSTRACIIDAE	-	0.0001	-	0.0001	<0.01	0.03	0.02		
<i>Lactophrys quadricornis</i>	-	<0.0001	-	<0.0001	<0.01	0.01	0.01	43	T
<i>Lactophrys trigonus</i>	-	0.0001	-	0.0001	<0.01	0.03	0.02	43	T
TETRAODONTIDAE	-	-	0.0002	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01		
<i>Sphaeroides spengleri</i>	-	-	0.0002	<0.0001	<0.01	<0.01	<0.01	43	T
DIODONTIDAE	-	0.0001	0.0005	0.0001	<0.01	0.59	0.35		
<i>Diodon hystrix</i>	-	0.0001	0.0005	0.0001	<0.01	0.59	0.35	43	T
POECILLIDAE	0.0409	0.0078	0.0075	0.0153	0.08	0.03	0.02		
<i>Gambusia</i> spp.	0.0409	0.0078	0.0075	0.0153	0.08	0.03	0.02	21	R

Número total de especies: 87
 Número medio de especies/muestreo: 22±7 DE
 Número total de especies sin cardúmenes: 83
 Número de familias: 30
 Densidad media por estaciones (ind/m²): 18,946
 ± 30,326 DE

Densidad media ponderada: 19,8992
 Densidad media ponderada sin cardúmenes: 1,8498
 Biomasa media por estaciones (g/m²): 171,25±189,53 DE
 Biomasa media ponderada: 168,83
 Biomasa media ponderada sin cardúmenes: 156,15

desaguan en la bahía son de muy pobre caudal o están represados, por lo que el aporte terrígeno es muy limitado, todo lo cual determina condiciones halinas típicas de un estuario negativo. La temperatura del agua es en general alta: 24-25°C en invierno y 30°C en verano y la salinidad en la Bahía de Santa Clara fluctúa entre 37 y 44‰ (P.M. Alcolado, comunicación personal).

Subzona 2 -Boca de Sagua a cayo Guillermo. Comprende el llamado Puerto Sagua la Grande, la Bahía San Juan de los Remedios y la Bahía de Buenavista. Al igual que la subzona Península de Hicacos-cayo Verde, se encuentra bordeada de cayos, que limitan su intercambio con el océano, aunque en la primera bahía mencionada, este es superior que en las demás. La circulación interior también está muy limitada por la compleja topografía que determinan los numerosos cayos y bajos de las macrolagunas (Fig. 1B). Salvo en los canales y pasas, la profundidad es generalmente inferior a 3-4 m y en grandes extensiones inferior a 2 m. En el acuatorio de La Isabela, la salinidad en época de seca alcanzó 37,2‰ (en superficie, según datos de 1976-1979, LLUIS RIERA (1984)), mientras que en la región al N de Caibarien alcanzó 47,5‰ en 1990 (P.M. Alcolado, comunicación personal). En el período de lluvias la salinidad baja bastante: a 29,2 ‰. en la Isabela (1982) y a 34,7‰. en la segunda región (datos de 1982 según Lluís-Riera, 1984), aunque en 1990 el valor mínimo encontrado fue de 37‰ (P.M. Alcolado, comunicacin personal).

La región de La Isabela es la única de la sub-zona que recibe un importante aporte de aguas terrígenas, gracias al Río Sagua la Grande, y además presenta un buen intercambio con el océano. En la Bahía de Buenavista, sin embargo, P.M. Alcolado (comunicación personal) encontró salinidades de 38 a 43‰ en época de seca.

Subzona 3 - Cayo Coco-cayo Sabinal. Esta región se caracteriza por la presencia de islas relativamente grandes, como los cayos Coco, Romano, Guajaba y Sabinal, los cuales delimitan un mar interior muy poco profundo (menos de 1,5 m) que forma las Bahías de Los Perros, Jigüey, La Gloria y Ensenada de Sabinal. El intercambio de agua entre estos acuatorios con el océano es extremadamente pobre al igual que el escurrimiento desde tierra, lo cual unido a la intensa evaporación, determina condiciones hipersalinas. Esta situación se agrava con la construcción de viaductos que limitan aún más la circulación en las macrolagunas. La flora y fauna bénticas son muy pobres, limitadas a solo algunos organismos adaptados a tales condiciones extremas (ALCOLADO *ET AL.*, 1990).

En la Bahía Los Perros, después de la construcción del viaducto que une la isla con cayo Coco, se ha reportado un continuo incremento de la salinidad, que alcanzó, durante el Periodo de seca de 1990, hasta 79‰., aunque esta bajó a 25‰. durante las lluvias (P.M. Alcolado, comunicación personal).

RESULTADOS

Subzona Punta Hicacos-cayo Verde. De los 15 censos visuales realizados, cinco de ellos se efectuaron en manglares ya muertos o seriamente afectados por la elevación de la salinidad (ALCOLADO Y MENÉNDEZ, 1993), cuyas ramas se encontraban completamente secas, sin hojas, aunque conservan sus raíces en el agua. En estos últimos, se en-

contró que la densidad y biomasa son muy inferiores a las de los manglares no afectados (Tabla 1).

Los valores de H' , R_1 y J' fueron muy bajos y variables en ambos hábitats, lo cual estuvo dado por la alta dominancia de algunas especies que forman cardúmenes numerosos. Por ello, se calcularon también estos índices eliminando tales especies, a saber: *Jenkinsia lamprotaenia*, *Harengula* spp., *Atherinomorus stipes* y *Anchoa liolepis*. De tal forma también se obtuvo un valor de H' superior en los manglares afectados debido evidentemente a mayor dominancia en los manglares vivos, que presentaron una densidad 3 veces mayor. No obstante, tanto el valor de R_1 como las curvas de rarefacción (Fig. 2) y el número de especies calculado para 60 000 individuos (S), demuestran mayor riqueza de especies en los manglares vivos ($S = 45$) que en los muertos ($S = 34$). Las curvas de rarefacción, que excluyen las especies de cardumen (Fig. 2B), mostraron un cuadro muy similar al de las curvas con todos los datos, debido a que evidentemente se mantiene, en gran medida, la proporción entre las especies y su densidad, aunque las diferencias más marcadas se ob-

Categorías tróficas	Densidad		Biomasa		no. de especies
	ind/m ²	%	g/m ²	%	
Sub-zona Punta Hicacos-cayo Verde					
Omnívoros	0,0152	0,1	0,10	0,1	3
Herbívoros	0,0570	0,2	2,98	1,3	12
Planctófagos	32,5946	94,5	19,94	12,4	6
Bentófagos	1,4332	4,2	74,38	46,1	24
Ictiófagos	0,2048	0,6	45,8	28,4	7
Ictiobentófagos	0,1540	0,4	18,94	11,7	4
Sub-zona Bocas de Sagua la Grande-cayo Guillermo					
Omnívoros	0,0099	0,1	0,08	0,1	5
Herbívoros	0,0920	0,6	5,96	4,3	15
Planctófagos	15,0376	89,2	12,9	9,3	5
Bentófagos	1,2785	7,6	58,15	41,8	35
Ictiófagos	0,1726	1,0	36,18	26,0	10
Ictiobentófagos	0,2590	1,5	25,83	18,6	7
Sub-zona cayo Coco-cayo Sabinal					
Omnívoros	0,0082	0,1	0,09	0,1	3
Herbívoros	0,0690	0,5	4,23	1,5	10
Planctófagos	9,4653	83,9	4,42	1,5	4
Bentófagos	1,1150	9,9	107,52	37,6	25
Ictiófagos	0,2504	2,2	101,35	35,5	7
Ictiobentófagos	0,3848	3,4	68,04	23,8	5
Total					
Omnívoros	0,0105	0,1	0,08	0,1	5
Herbívoros	0,0785	0,5	4,78	2,9	15
Planctófagos	14,2445	88,7	10,95	6,7	6
Bentófagos	1,2826	7,9	69,54	42,3	42
Ictiofagos	0,1904	1,2	48,26	29,4	10
Ictiobentófagos	0,2524	1,6	30,63	18,6	7

Tabla 3. Estructura trófica de las asociaciones de peces en los manglares del Grupo Insular Sabana- Camagüey.

Table 3. Trophic structure of fish assemblages on mangroves from the Insular Group Sabana-Camagüey.

Tabla 4. Valores de densidad, biomasa y algunos indicadores ecológicos de las asociaciones de peces en los manglares de la subzona Bocas de Sagua la Grande-cayo Guillermo.

Table 4. Values of density, biomass and some ecological indicators of fish assemblages on mangroves from Bocas de Sagua la Grande-cayo Guillermo subzone.

Estacion	Area m ²	no. spp.	H'	R ₁	J'	Densidad ind/m ²	Bimasa g/m ²
La Isabela							
27	800	25	0,99	1,73	0,21	18,501	5,72
47	500	24	2,51	2,26	0,55	2,344	111,39
46	800	26	3,24	2,44	0,69	1,521	38,59
36	800	25	0,73	1,61	0,16	39,022	272,46
35	280	25	1,54	1,86	0,33	27,035	177,60
34	800	23	1,75	2,04	0,39	2,167	85,05
26	400	13	2,62	1,31	0,71	1,435	61,48
21	800	31	1,16	2,40	0,23	7,309	87,57
16	1300	23	3,71	2,60	0,82	0,273	27,67
15	600	23	2,52	1,99	0,56	3,586	24,40
Medias		24				10,612	98,49
± DE		5				13,383	76,34
Medias transformadas por log						3,523	75,66
+DE						4,263	2,08
Medias ponderadas		60				10,612	104,55
Medias ponderadas sin cardúmenes 55						1,349	96,19
Caibarien							
17	760	28	3,32	2,13	0,69	8,733	236,86
55	600	35	0,57	2,35	0,11	37,900	191,75
54	600	14	0,77	1,02	0,2	11,528	208,25
53	600	30	0,96	1,92	0,2	57,171	201,69
52	400	19	1,07	1,19	0,25	88,117	205,94
51	400	24	0,93	1,67	0,2	34,680	104,16
50	400	28	1,39	1,96	0,29	34,830	243,90
48	400	22	2,45	1,96	0,55	4,235	257,43
44	400	23	1,0	1,6	0,22	35,037	133,26
43	400	13	2,57	1,43	0,69	0,825	36,54
42	400	15	2,57	1,88	0,66	0,435	16,57
41	400	18	2,89	1,72	0,69	2,392	96,64
40	600	26	1,66	1,64	0,35	66,758	356,29
39	400	15	2,06	1,24	0,53	6,212	167,47
38	400	14	2,78	1,61	0,73	0,685	36,55
7	400	27	2,03	2,08	0,43	14,647	205,95
24	400	17	2,14	1,66	0,52	1,977	54,93
Medias		22				23,842	162,01
± DE		6				26,642	93,60
Medias transformadas por log						9,202	125,77
± DE						5,253	2,28
Medias ponderadas		56				26,985	176,16
Medias ponderadas sin cardúmenes 51						2,436	151,55
Bahía de Buenavista							
18	600	23	1,20	1,40	0,27	42,557	128,69
45	600	15	2,04	1,51	0,52	1,048	70,76
29	600	22	0,56	1,42	0,12	48,255	376,61
28	600	26	1,38	1,80	0,29	25,547	231,74
23	600	28	0,60	1,86	0,20	39,840	436,46
22	800	29	0,95	2,09	0,20	13,346	283,00

Tabla 4. Continuación.
Table 4. Continuation.

Estacion	Area m ²	n° spp.	H'	R ₁	J'	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m
220	385	22	3,10	2,04	0,69	3,299	86,34
5	1800	32	0,77	2,17	0,15	11,279	91,54
3	1000	24	0,85	1,90	0,19	4,137	37,74
7	1300	17	1,81	1,13	0,44	14,411	96,66
6	1200	17	2,95	1,57	0,72	0,961	33,35
Medias		23				19,062	170,26
± DE		5				18,370	140,19
Medias transformadas por log						9,424	122,64
+DE						4,132	2,30
Medias ponderadas		78				16,611	138,80
Medias ponderadas sin cardúmenes 73						1,820	126,21
En toda la subzona							
Medias		38				18,790	147,60
± DE		6				21,588	106,89
Medias transformadas por log						7,554	109,24
± DE						4,787	2,30
Medias ponderadas		64				14,089	145,94
Medias ponderadas sin cardúmenes 60						1,690	130,06

servan en las manjúas (*Jenkinsia lamprotaenia*), los roncós (Haemulidae) y los pargos (Lutjanidae), especialmente en las formas juveniles de éstas y otras especies. La densidad de juveniles fue 5,6 veces menor que en los manglares muertos. La biomasa de especies de interés comercial fue casi tres veces mayor en los manglares vivos (159,0 g/m²) que en los muertos (57,5 g/m²).

Las diferencias mencionadas pudieron ser mayores pero debido a que aún se encuentran muy cerca (pocas decenas de metros) los sectores sanos del manglar de aquellos afectados, los peces pueden moverse de un lugar a otro en su actividad de forrajeo.

El coeficiente de comunidad (GOODALL, 1973) entre los manglares vivos evidencia un nivel de similitud relativamente bajo entre pares de muestreos: como promedio $0,41 \pm 0,08$ DE. Entre los manglares muertos el promedio fue semejante: $0,40 \pm 0,11$ DE. Sin embargo, al comparar los promedios ponderados de ambos grupos se obtuvo un nivel mayor: 0,52.

En los muestreos realizados en toda la región, se encontró 59 especies (Tabla 2), aunque el promedio por muestreo fue solo de 21 ± 8 . Por su densidad, la familia Clupeidae constituyó 87% de todos los individuos, representada casi totalmente por la manjúa o sardina enana, *Jenkinsia lamprotaenia* (IJ = 1, categoría A/1-1). Esta especie estuvo presente en la mayoría de los muestreos, casi siempre con una alta densidad. Le siguió en abundancia *Atherinomorus stipes* (IJ = 2) aunque con mucho menor frecuencia y abundancia (categoría B/2-2). Tal dominancia de dichas especies influyó en los valores bajos de los índices de diversidad y equitatividad. Las mayores densidades de estas especies se ob-

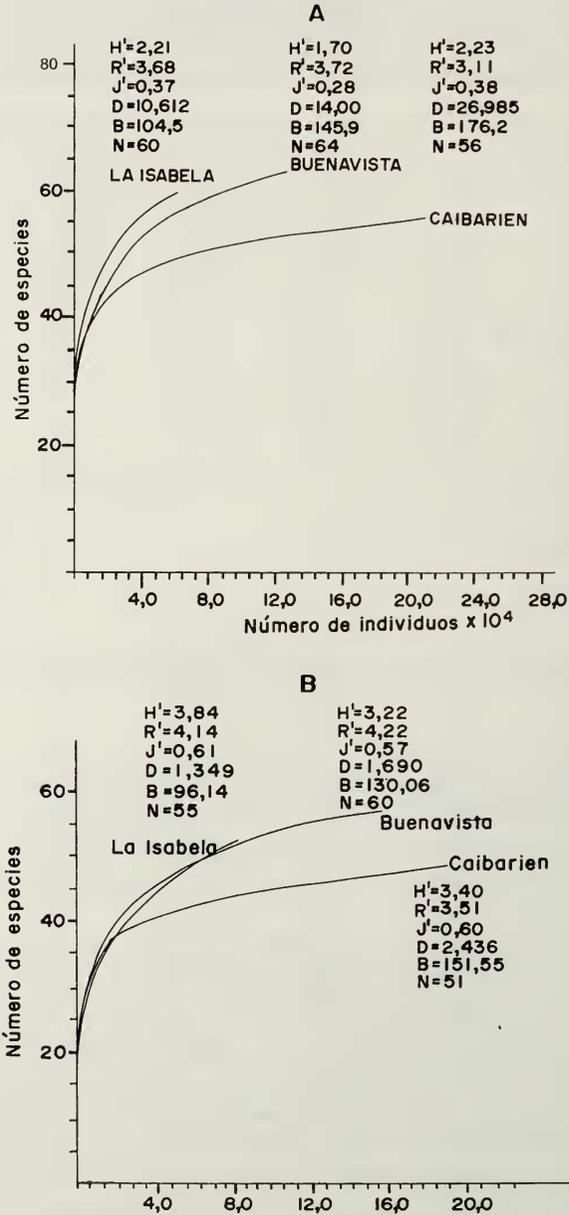


Fig. 3. Curvas de rarefacción y otros indicadores de las comunidades de peces en los manglares de tres regiones de la subzona Bocas de Sagua la Grande- cayo Guillermo. (Leyenda igual que en Fig. 2).

Fig. 3. Rarefaction curves and others indicators of fish community structure on mangroves from three regions of Bocas de Sagua la Grande- cayo Guillermo subzone. (Legend like in Fig. 2).

servaron en los lugares donde el intercambio de agua entre la plataforma y el océano mantiene una salinidad no muy alta (cercana a la normal del océano abierto). En las regiones interiores donde la salinidad es superior a 40‰, o sufre grandes fluctuaciones, dichas especies generalmente estuvieron ausentes.

Tanto la densidad como la biomasa fueron muy variables, en lo cual influyó notablemente la gran movilidad de los peces a lo largo de la línea costera en horas del día, o su agregación en parches o cardúmenes, como es el caso de la manjúa y otras sardinias.

Estación	Area m ²	n° spp.	H'	R ₁	J	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
En los manglares interiores							
2	400	3	0,08	0,24	0,05	0,8325	17,96
4	950	26	0,83	2,07	0,18	4,5392	101,06
56	600	13	0,57	1,08	0,16	3,6385	40,84
57	600	24	1,51	2,15	0,33	2,7253	89,21
58	720	26	2,08	2,31	0,44	2,5530	112,00
61	600	23	3,33	2,54	0,74	0,6733	144,32
62	600	14	1,34	1,33	0,35	1,435	122,67
Medias		18				2,3424	89,72
± DE		9				1,4483	45,15
Medias transformadas por log						1,9091	74,81
± DE						1,9732	2,00
Medias ponderadas		47				2,5873	94,43
Medias ponderadas sin cardúmenes 44						0,4195	91,46
En los manglares de los cayos exteriores							
14	600	27	2,97	2,62	0,62	1,6083	244,29
59	600	30	0,73	1,85	0,15	89,6933	1053,16
60	600	33	2,28	2,63	0,43	7,7103	993,73
Medias		30				33,0000	763,73
± DE		3				49,1891	450,82
Medias transformadas por log						10,3609	634,68
± DE						5,2325	1,96
Medias ponderadas		42				33,0038	763,75
Medias ponderadas sin cardúmenes 39						5,3372	756,08
En toda la sub-zona							
Medias		22				11,5409	291,93
± DE		3				27,5399	390,54
Medias transformadas por log						3,1710	142,08
± DE						3,7482	3,31
Medias ponderadas		54				11,3199	286,56
Medias ponderadas sin cardúmenes 51						1,8318	282,26

Tabla 5. Valores de densidad, biomasa y de algunos indicadores ecológicos de las asociaciones de peces en los manglares de la región cayo Coco- cayo Sabinal.

Table 5. Values of density, biomass and some ecological indicators of fish assemblages on mangroves from cayo Coco- cayo Sabinal subzone.

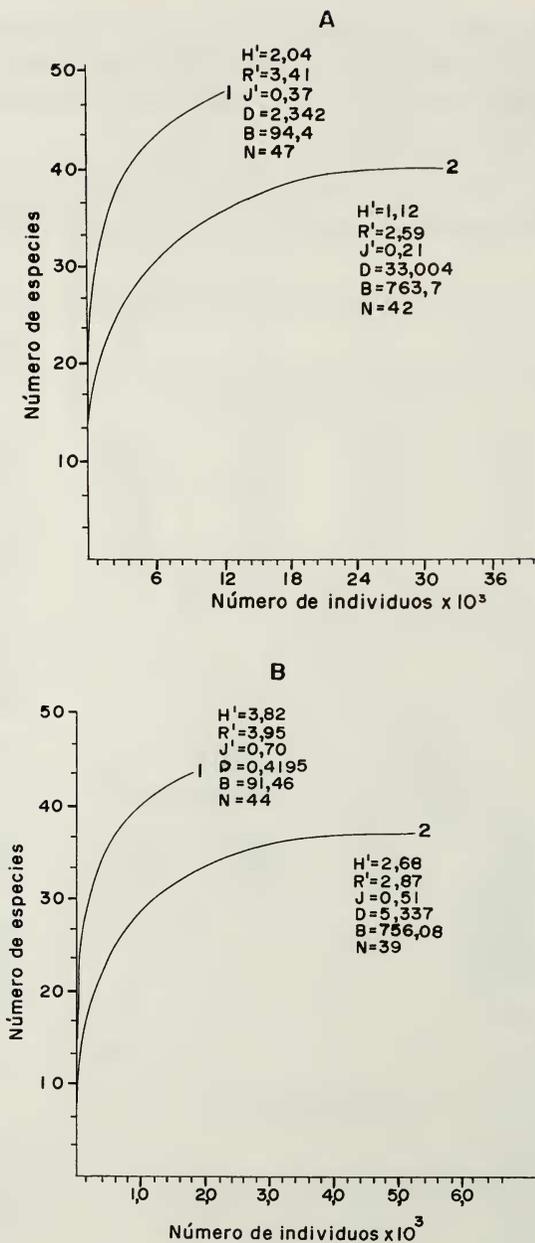


Fig. 4. Curvas de rarefacción y otros indicadores de las comunidades de peces en los manglares exteriores (1) e interiores (2) de la subzona cayo Coco- cayo Sabinal. (Leyenda igual que en Fig. 2).

Fig. 4. Rarefaction curves and others indicators of fish community structure on offshore (1) and inshore (2) mangroves from cayo Coco- cayo Sabinal subzone. (Legend like in Fig. 2)

Los valores más altos de biomasa estuvieron dados por la presencia de los roncós (Haemulidae), principalmente el ronco amarillo, *Haemulon sciurus* (IJ = 3) que aportó cerca de 40% de esta, y en segundo lugar por los pargos (Lutjanidae), representados por el caballote, *Lutjanus griseus* y el cají, *L. apodus* (IJ = 6 y 9 respectivamente). Estas dos familias constituyeron 82% de la biomasa íctica en este biótomo.

Aunque los peces planctófagos resultaron por su número 94,5% del total de individuos, estuvieron representados por solo 6 especies, con solo 12,4% de la biomasa. Los bentófagos e ictiófagos fueron más importantes: 86,4% de la biomasa (Tabla 3).

Subzona Boca de Sagua la Grande-cayo Guillermo. Esta sub-zona presenta especial interés por las grandes perspectivas para la explotación turística de sus cayos y por los planes de construcción de viaductos de acceso a los mismos a través de la plataforma. Por ello, se realizó un mayor número de muestreos en los manglares de sus macrolagunas. En los 38 censos visuales realizados se encontraron 78 especies de peces, aunque como promedio había solo 23 ± 6 en cada estación. Los índices de diversidad, riqueza y equitatividad fueron más altos que en las otras dos subzonas.

Dado que en esta sub-zona se pueden delimitar tres regiones con características propias, como se ha señalado anteriormente, hemos separado las estaciones correspondientes a cada una, a las cuales llamaremos: La Isabela, Caibarien, y Buenavista, de acuerdo con su ubicación geográfica (Fig. 1B).

No se observan diferencias notables en los valores de H' , R_1 y J entre las estaciones de las tres regiones (Tabla 4). La densidad y biomasa de peces en La Isabela fueron inferiores a los otros dos acuatorios (diferencia significativa para $p > 0,05$). La región de Caibarien por el contrario, presentó los más altos valores de estos dos indicadores (diferencias altamente significativas de las medias transformadas, en todos los casos: $P > 0,999$), debido a mayor abundancia relativa de manjúa, *Jenkinsia lamprotaenia*, pargos (Lutjanidae) y roncós (Haemulidae). Los valores más altos de densidad y biomasa se encontraron en las estaciones ubicadas en la región al NE de Caibarien. Esta región recibe las aguas eutróficas de la Bahía de Buenavista, que son empujadas por los vientos predominantes hacia el W y encuentran salida al mar abierto por este lugar. A juzgar por nuestros datos y los de las capturas (CLARO Y GARCÍA-ARTEAGA, en prensa), esta región es una de las de mayor producción pesquera en toda la costa norte.

En las estaciones situadas hacia el W y al S de cayo Frágoso, donde el intercambio de aguas con el océano es pobre y la salinidad sobrepasa los 40‰, la densidad y biomasa de peces es mucho menor. Sin embargo, en los canales que atraviesan dicho cayo, donde es muy fuerte el flujo de agua provocado por la marea, entre la macrolaguna y el mar abierto, la biomasa y densidad de peces es alta.

La densidad de manjúa en esa región de Caibarien (14,33 ind/m²) fue mayor que en los cayos al N de Buenavista (11,9 ind/m²) y en la Isabela (7,4 ind/m²).

La densidad del resto de las especies también fue dos veces mayor en la región de Caibarién (5,6 ind/m²) que en La Isabela (2,2) y Buenavista (2,0), aunque las diferencias en biomasa fueron menos marcadas.

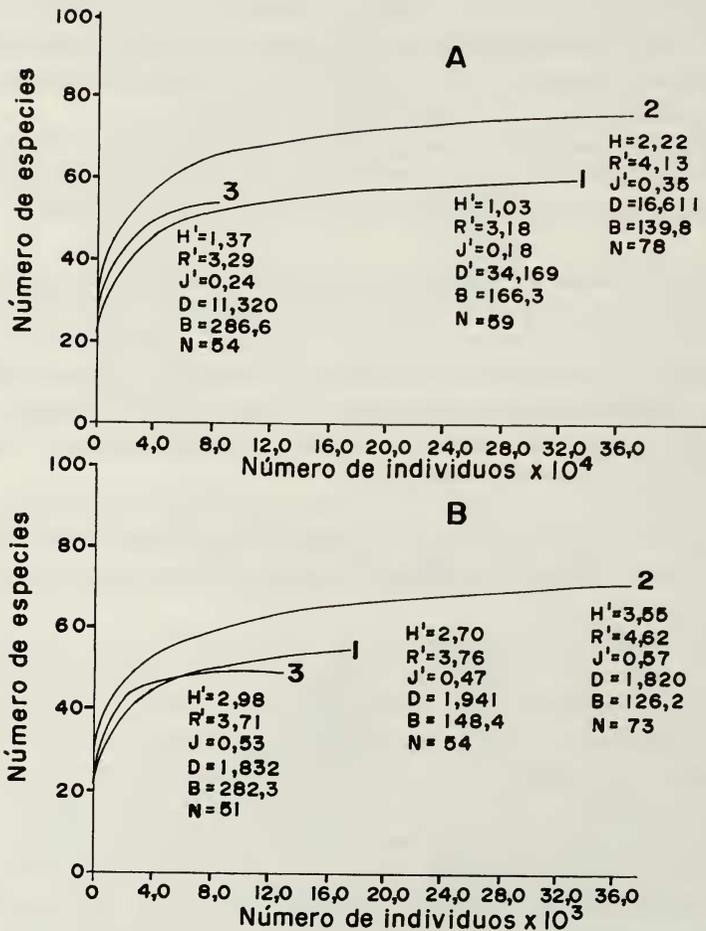


Fig. 5. Curvas de rarefacción y otros indicadores de las comunidades de peces en los manglares del Grupo Insular Sabana- Camagüey. 1- subzona Punta Hicacos- cayo Verde, 2- Bocas de Sagua la Grande- cayo Guillermo; 2 - cayo Coco- cayo Sabinal (3). (Leyenda igual que en Fig. 2).
 Fig. 5. Rarefaction curves and others indicators of fish community structure on mangroves from the Insular Group Sabana- Camagüey. 1- Punta Hicacos- cayo Verde subzone; 2- Bocas de Sagua la Grande- cayo Guillermo subzone; 3- cayo Coco- cayo Sabinal subzone (Legend like in Fig. 2).

La biomasa de especies comerciales también fué superior en la región de Caibarién (143 g/m²) que en Buenavista (91,8) y La Isabela (73,5).

Los valores del coeficiente de comunidad entre muestreos fluctuaron de 0,31 a 0,54 (0,41 ± 0,07 DE), evidenciando relativamente poca coincidencia de especies entre estaciones. Sin embargo, al comparar los valores ponderados de todos los muestreos realizados en cada una de las tres regiones, se encontró valores del coeficiente de comunidad

relativamente altos: 0,61 entre las macrolagunas de La Isabela y Caibariém, 0,70 entre La Isabela y Buenavista, y 0,69 entre Caibariém y Buenavista.

Considerando la subzona en su conjunto, los mayores valores de densidad, biomasa y riqueza de especies, se observaron en los manglares, donde por su cercanía con el océano, las condiciones de circulación y salinidad del agua son mas favorables, como los cayos Francés, Cobo, Boca Chica, Flores, Contrabando, etc.

La manjúa, *Jenkinsia lamprotaenia*, fué la especie predominante (59,7% de todos los peces censados) y causante principal de la alta densidad encontrada en este biotopo (Tabla 2, Fig. 3). Le sigue en importancia (IJ = 2), aunque en mucho menor densidad, la sardina de ley, *Harengula humeralis* (IJ = 2; F/a-b = B/2-2). Esta especie también constituye un recurso potencial apreciable, tanto para consumo humano (preferiblemente en conservas) como carnada viva para la pesca de atunes y otras especies.

La biomasa más alta correspondió a *Haemulon sciurus* (42,3 g/m²), que además ocupó el tercer lugar por su índice de jerarquía. No obstante, los pargos en su conjunto, aportaron mayor biomasa (55,6%) que los roncós (50,3%) y constituyeron las principales especies comerciales observadas en dicho biotopo, especialmente el caballote, *Lutjanus griseus* y el cají, *L. apodus*.

Al igual que en la sub-zona Punta Hicacos-cayo Verde, los peces bentófagos fueron predominantes por su biomasa (86,4%), aunque por su densidad los planctófagos fueron más abundantes, gracias a la abundancia de peces de la familia Clupeidae (Tabla 3).

Subzona cayo Coco - cayo Sabinal. La circulación en las macrolagunas de esta subzona se ha visto muy afectada por la construcción de un viaducto que atraviesa de S a N la Bahía de Jigüey, el cual entorpece el movimiento residual de las aguas de E a W provocado por el régimen de vientos. Más recientemente se construyó el viaducto que une cayo Coco con cayo Romano, y otro que conecta este con cayo Paredón Grande. Estos obstáculos, que entorpecen el intercambio con el océano, unidos al pobre aporte de aguas terrígenas y el alto nivel de evaporación, determinan altos valores de salinidad en las macrolaguna.

En esta sub-zona solo pudieron ser censados siete manglares ubicados en los canales que separan los cayos unos de otros, (donde la salinidad y turbiedad son relativamente altas, aunque no tanto como en el interior de las macrolagunas) y tres muestreos en manglares situados en los cayos exteriores donde prevalecen condiciones muy cercanas a las de mar abierto. Los manglares de la parte S de los cayos que bordean las macrolagunas y los existentes en los cayos interiores y tierra firme, no pudieron ser estudiados, debido a la alta turbidez del agua.

Al analizar por separado los muestreos realizados en los manglares interiores de los canales que separan los cayos Coco, Romano, Guajaba y Sabinal, y aquellos existentes en los cayos exteriores de la plataforma (cayos Cruz, Antón y Corúa), se observaron notables diferencias en la estructura de la comunidad. En los primeros, la diversidad, riqueza, equitatividad, densidad y biomasa promedios por estaciones son inferiores a las obtenidos en los manglares que mantienen buen intercambio con las aguas oceánicas (Tabla 5, Fig. 4). En los manglares exteriores la densidad de manjuás, por ejemplo, alcanzó 27,5

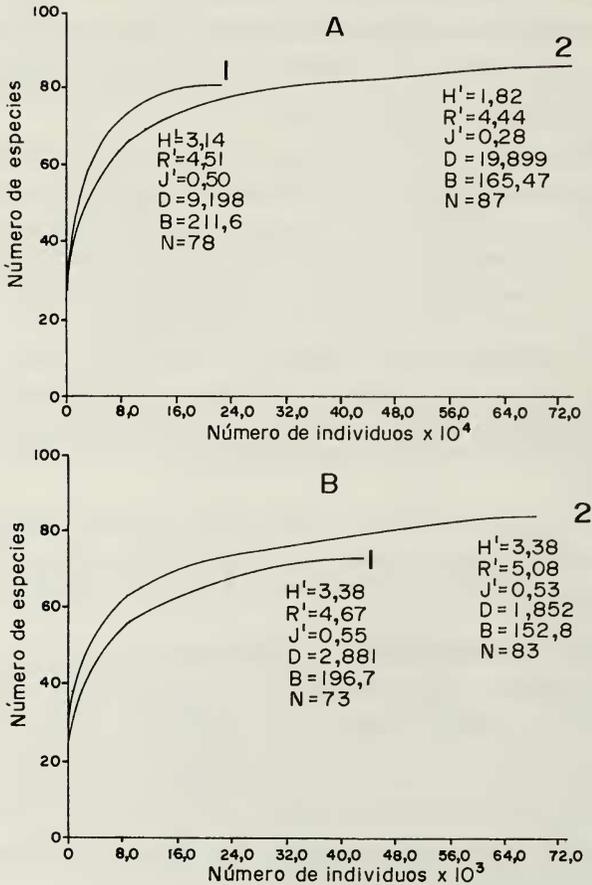


Fig. 6. Curvas de rarefacción y otros indicadores de las comunidades de peces en los manglares del Golfo de Batabanó (1) y del Grupo Insular Sabana- Camagüey (2). (Leyenda igual que en Fig. 2).

Fig. 6. Rarefaction curves and others indicators of fish community structure on mangroves from Batabanó Gulf (1) and the Insular Group Sabana- Camagüey. (Legend like in Fig. 2).

ind/m², mientras que en los interiores fué solo de 1,6 ind/m². Las biomásas encontradas en los primeros fué 8 veces mayor y las más altas observadas en este trabajo.

En los cayos exteriores la biomasa de especies comerciales alcanzó 714 g/m², mientras que en los canales de los cayos solo llegó a 89,8 g/m². El primer valor mencionado puede estar influido por la cercanía de esos cayos a los arrecifes de parche y la pendiente arrecifal, donde abundan los peces de mayor talla. Las diferencias de los valores medios transformados de densidad y biomasa fueron altamente significativos ($P > 0,999$).

Es necesario recalcar que los muestreos de los manglares interiores se realizaron en estaciones ubicadas en los canales que sirven de comunicación a las bahías con el océano, y por tanto en ellos la influencia oceánica mejora las condiciones con relación a las existentes en el interior de las macrolagunas, donde es de esperar afectaciones mayores de la ictiofauna.

Los pargos (Lutjanidae), en los cayos exteriores presentaron una biomasa acumulativa de 400 g/m², representados fundamentalmente por *Lutjanus griseus* y *L. apodus*, y en los manglares interiores la biomasa de pargos fué seis veces menor (69 g/m²). Los roncós, que presentaron valores de 322 g/m² en los cayos de afuera, alcanzaron solo 9 g/m² en los interiores. Tal densidad de peces en los manglares exteriores determinó valores muy bajos del índice de diversidad debido a una alta dominancia de algunas especies. No obstante, al eliminar las especies que forman cardúmenes, el valor de estos indicadores aumenta sustancialmente, aunque se mantienen las relaciones descritas anteriormente para H', R₁ y J (Fig. 4B).

Los peces juveniles fueron raros en los manglares interiores, lo cual evidentemente es resultado de condiciones desfavorables para su alimentación y crecimiento.

El coeficiente de comunidad entre ambos grupos de muestreos fué relativamente alto (0,65) evidenciando una notable similitud en la composición por especies en ambos biótotos.

Considerando en su conjunto todos los muestreos realizados en los manglares de la subzona, se encontró en total 54 especies de peces (Tabla 2). La especie predominante en ambos grupos de muestreos fué la manjúa, *Jenkinsia lamprotaenia* (IJ =1), seguida de los pargos y los roncós, al igual que en las otras subzonas. Los planctófagos predominaron por su densidad, pero los bentófagos e ictiófagos constituyeron la biomasa principal (Tabla 3).

DISCUSIÓN

En los 63 censos visuales realizados en los manglares del Grupo Insular Sabana-Camaguey, se encontró 87 especies de peces, pertenecientes a 30 familias. En todos los acuatorios predominaron por su número las de la familia Clupeidae (83%), principalmente *Jenkinsia lamprotaenia* (71%) y por su biomasa los pargos (46,1%) y roncós (40,1%) (Tabla 2). Todas estas especies utilizan el manglar como refugio durante el día, y se dispersan de noche para alimentarse, por las praderas de fanerógamas o los fondos fangosos de las macrolagunas. Por ello, las relaciones tróficas de estos peces están supeditadas a las condiciones ambientales de ese biótoto. Aproximadamente 90% de la biomasa de los peces encontrados dependen para su alimentación de los organismos bentónicos, cuya biomasa ha sido seriamente afectada por los cambios desfavorables del medio, que se están produciendo en estas macrolagunas (ALCOLADO, JIMÉNEZ, ESPINOSA, IBARZABAL, MARTÍNEZ, DEL VALLE, HERNÁNDEZ, ABREU, VEGA Y RAMÍREZ, 1990 a y b).

Los valores más altos de diversidad, riqueza y equitatividad se observaron en la subzona Bocas de Sagua la Grande-cayo Guillermo (Fig. 5). Sin embargo, los valores por estaciones indican que las diferencias reales parecen estar vinculadas no a la región, sino a

las condiciones ambientales locales en cada estación: la mayor diversidad y riqueza coincide generalmente con condiciones favorables de intercambio de agua con el océano. Este mismo factor determina también los más altos valores de densidad y biomasa. Así, por ejemplo, aunque la mayor biomasa se encontró en la subzona cayo Coco-cayo Sabinal, su valor está determinado por los muestreos realizados en los manglares exteriores de la cayería (Tabla 5).

Los factores que más influyen en la ausencia de peces en los manglares secos son la disminución del área de sombra y refugio, así como la pérdida paulatina de organismos sésiles (plantas y animales) sobre las raíces, lo cual además de disminuir la complejidad física del biótomo, afecta la base alimentaria de los peces.

Tanto en este caso, como en las demás regiones donde se observó condiciones ambientales adversas (alta salinidad, pobre intercambio de aguas con el océano, etc), su efecto influyó, en primera instancia sobre la biomasa de peces, en segundo sobre la densidad y por último, y con menor intensidad sobre la riqueza y diversidad. Ello se debe a que tales condiciones adversas afectan primero a la biomasa de invertebrados bentónicos que sirven de alimento a los peces, lo cual incide directamente sobre el crecimiento de estos, su mortalidad natural y el tamaño de sus poblaciones. Es evidente que la mayoría de las especies encontrados en este biótomo son capaces de tolerar, al menos temporalmente, el nivel de afectación ambiental existente en el momento de los muestreos (alta salinidad, pobre base alimentaria). Por otra parte, la capacidad de movimientos de los peces les permite cierta compensación, al permitirles forrajear por toda la zona y migrar hacia lugares menos afectados. Por tales razones, la diversidad y riqueza de peces no siempre se ven disminuidas por las condiciones adversas.

No obstante, las grandes diferencias en biomasa de peces entre regiones interiores estresadas por la salinización y de aquellas donde no se manifiesta aún su efecto, constituye una muestra de las grandes afectaciones a que puede conducir la salinización de los acuatorios, aún en su fase de desarrollo. Tales daños deberán reflejarse sobre las pesquerías de la región, en los próximos años, si no se toman medidas para incrementar el intercambio de agua de las macrolagunas interiores con el océano. Considerando la zona en su conjunto, los índices de diversidad, riqueza y equitatividad encontrados fueron inferiores a los observados en el Golfo de Batabanó (VALDÉS- MUÑOZ *ET AL.* 1990), pero la densidad fue muy superior en la cayería norte (Fig. 6A). Sin embargo, al eliminar por igual en las muestras a las especies que forman cardumen, resulta que la diversidad y equitatividad son muy semejantes y la riqueza es mayor en la zona norte, al punto que las curvas de rarefacción se invierten (Fig. 6B). En cambio, la densidad y biomasa resultan más altas en el Golfo de Batabanó.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos dejar constancia de nuestro agradecimiento a la tripulación del barco de investigaciones "Tritón" y a los buzos de apoyo del Instituto de Oceanología, por su cooperación en los muestreos, y a los compañeros Jorge L. Hernández y Germán Acosta, por

su asistencia técnica. Así mismo agradecemos al Dr. Pedro Alcolado por sus sugerencias y análisis crítico de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCOLADO, P.M., C. JIMÉNEZ, J. ESPINOSA, D. IBARZABAL, J.C. MARTÍNEZ, R. DEL VALLE, N. MARTÍNEZ, A. HERNÁNDEZ, M. ABREU, L. VEGA AND E. RAMÍREZ. 1990. Ecología Marina. En: *Estudios de los grupos insulares y zonas litorales del Archipiélago cubano con fines turísticos. Cayos Mégano grande, Cruz, Romano y Guajaba*. L. Fernández, R. Cañizares y H. Gómez (eds.). Ed. Cient. Téc. La Habana: 99-109.
- ALCOLADO, P.M. y L. MENÉNDEZ. 1993. Mortalidad masiva de manglares: un caso en el norte de Cuba. En: *Taller sobre manejo del manglar en Centro América y el Caribe*. Miami, 1993.
- AUSTIN, H. M. 1971. A survey of the ichthyofauna of the mangroves of Western Puerto Rico during december, 1967 august, 1968. *Caribb. J. Sci.*, 11(1-2): 27-40.
- AUSTIN, H. M. y S. AUSTIN. 1971. The feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico. *Caribb. J. Sci.*, 11(3-4): 171-178.
- BOHNSACK, J.A. y D.E. HARPER. 1988. *Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the Southeastern United States and the Caribbean*. NOAA Technical Memorandum HMFS-SEFC-215, 31 pp.
- CLARO R. y J.P. GARCÍA-ARTEAGA. en prensa. Crecimiento. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*. R. Claro (ed.). Editorial Academia.
- CLARO R. y J.P. GARCÍA-ARTEAGA. en prensa. *Situación actual y perspectivas de los recursos pesqueros del Grupo Insular Sabana-Camaguey*. Ciencias, Editorial Academia.
- GOODALL, D. W. 1973. Sample similarity and species correlation. En: *Handbook of vegetation science* (R.H. Wittaker, ed.), vol 5, W.Jank, La Hague, Netherlands, pp. 106-156.
- HEALD, E. J. y W.E. ODUM. 1970. The contribution of mangrove swamps to Florida fisheries. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 22:130-135.
- LLUIS-RIERA, M. 1984. Estudios hidrológicos de la plataforma nororiental de Cuba (zona D). *Acad. Cien. Cuba, Inst. Oceanol.*, 44 pp.
- MARGALEF, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publ. Inst. Biol. Apl. Barcelona*, 9: 5-27.
- MASON, C.F. y R.J. BRYANT. 1974. The structure and diversity of the animal communities in a broadland reedswamp. *J. Zool.*, 172: 289-302.
- PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.
- RUTZLER, K. 1969. *The mangrove community, aspects of its structure, faunistics, and ecology*. Mem. Symp. Internacl. Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, nov. 28-30, 1967, México D.F., pp. 515-536.
- SANDERS, H. L. 1960. Benthic study in Buzzards Bay. III. The structure of the soft botton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 138-153.
- SHANNON, C. E. y W. WEAVER. 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- VALDÉS-MUÑOZ, E. 1981.- Estructura y diversidad de la ictiofauna de los manglares de Punta del Este, Isla de la Juventud. *Cien. Biol.*, 6: 111-124.
- VALDÉS-MUÑOZ, E., R. CLARO, J. P. GARCÍA-ARTEAGA, y L. M. SIERRA-SIERRA. 1990. Características de las comunidades de peces en los manglares del Golfo de Batabanó. En: *Asociaciones de peces en los biótotos del Golfo de Batabanó*. R. Claro (ed.). Editorial Academia, pp. 67-82.